



VNiVERSiDAD D SALAMANCA

Facultad de Enfermería y Fisioterapia

Titulación: Grado en Fisioterapia

TRABAJO FIN DE GRADO

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA SISTEMÁTICA

Técnicas fisioterápicas utilizadas actualmente en el tratamiento de la espasticidad en la Parálisis Cerebral Infantil.

Physiotherapy techniques currently used for spasticity treatment
in children with Cerebral Palsy.

María Fernández Juan

Tutora: María Teresa Navarro Calama

Salamanca, junio 2020

ÍNDICE

1. RESUMEN	2
2. INTRODUCCIÓN.....	3
2.1 PARÁLISIS CEREBRAL INFANTIL	3
2.2 ESPASTICIDAD	4
3. JUSTIFICACIÓN	7
4. OBJETIVOS.....	7
5. ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA Y SELECCIÓN DE ARTÍCULOS	8
5.1 Estrategia de búsqueda	8
5.2 Criterios de inclusión y de exclusión.....	8
6. SÍNTESIS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	9
6.1 Tratamiento con Vibroterapia. Whole Body Vibration (WBV)	9
6.2 Tratamiento con ondas de choque. Extracorporeal Shock Wave therapy (ESWT)	12
6.3 Tratamiento con Terapia ecuestre. Hipoterapia	15
6.4 Tratamiento con masaje	16
6.5 Otras técnicas de fisioterapia	18
7. DISCUSIÓN	21
8. CONCLUSIONES.....	24
9. ANEXOS.....	25
9.1 Anexo I. Diagrama de flujo.....	25
9.2 Anexo II. Análisis de estudios	26
10. BIBLIOGRAFIA	32

1. RESUMEN

Introducción: la Parálisis Cerebral es considerada la principal causa de discapacidad infantil. En la mayoría de los casos cursa con espasticidad (trastorno motor asociado a un incremento del tono muscular) que actúa limitando la funcionalidad de estos pacientes.

Objetivo: conocer las técnicas de fisioterapia utilizadas actualmente en el abordaje de la espasticidad de pacientes con Parálisis Cerebral Infantil (PCI) así como su efectividad y mecanismos de actuación.

Material y métodos: tras varias búsquedas en las bases de datos de *PubMed*, *Acedemic Search Complete* y *PEDro*, se seleccionan 18 artículos publicados en los últimos 10 años.

Resultados: los estudios analizados recogen intervenciones realizadas sobre la musculatura espástica de pacientes con PCI mediante: vibroterapia, ondas de choque, hipoterapia, masaje, estiramientos funcionales, método Bobath, terapia acuática, manipulaciones espinales y electroestimulación; que, en todo caso, se combinaron con programas de fisioterapia convencionales.

Conclusiones: los distintos métodos de fisioterapia han demostrado mejorías significativas, tanto inmediatas como a corto plazo, sobre la espasticidad de estos pacientes. Sin embargo, la limitada bibliografía existente junto con el escaso tamaño muestral y la breve duración de los estudios, plantean la necesidad de nuevas publicaciones para confirmar su efectividad.

Palabras clave: “*cerebral palsy*”, “*children*”, “*spasticity*”, “*physiotherapy*”, “*physical therapy*”.

2. INTRODUCCIÓN

2.1 PARÁLISIS CEREBRAL INFANTIL

La parálisis cerebral infantil (PCI) se define como el conjunto de trastornos permanentes del desarrollo del movimiento y la postura, considerados los responsables de la limitación funcional del niño, y que aparecen como consecuencia de alteraciones no progresivas del desarrollo cerebral fetal o infantil ^{1,2,3}. Dichos trastornos motores suelen ir asociados a alteraciones sensoriales, cognitivas, conductuales, comunicativas, musculoesqueléticas y epilepsia ^{1,2}.

Epidemiología: dada su alta prevalencia (2-2,5 casos por cada 1000 nacidos vivos) la PCI es considerada la principal causa de discapacidad infantil a nivel mundial ^{1,3}. La mayor tasa de incidencia se da en bebés prematuros (nacidos antes de la semana 28 de gestación), siendo de 100 por cada 1000 nacidos vivos ². Atendiendo a la clasificación clínica, la espástica es la más frecuente, abarcando el 75-80% de los casos y tratándose mayoritariamente de pacientes con hemiplejía espástica ^{1,2}.

Etiología: se considera que la mayoría de los casos se producen como consecuencia de una hipoxia neonatal asociada a otros factores, tanto prenatales como perinatales o postnatales: alteraciones en el desarrollo, de origen metabólico, autoinmunes, de la coagulación, infecciones, traumatismos, factores de origen idiopático, o la combinación de algunos de ellos. Además, dentro de estos, destacan como factores de riesgo prenatales la hemorragia materna y el consumo de sustancias tóxicas durante la gestación, y como factor perinatal la prematuridad ¹.

Clasificación de la PCI:

Clasificación clínica. En función de las manifestaciones motoras:

- **Espástica o piramidal.** Se distinguen:
 - Hemiplejía espástica: afectación de un hemicuerpo.
 - Diplejía espástica: afectación de los miembros inferiores, especialmente flexores y aductores de cadera y gastrocnemios.
 - Cuadriplejía o tetraiplejía espástica: afectación de las cuatro extremidades asociada a hipotonía de tronco. Es el caso más grave.

- **Discinética o extrapiramidal:** caracterizada por contracciones musculares anormales, responsables de una postura anómala asociada a movimientos involuntarios como corea, atetosis, ataxia y distonía.
- **Mixta:** asociación de componentes espásticos y discinéticos ^{1,2}.

Clasificación funcional. Según la *GMFCS (Gross Motor Functional Classification System)* y atendiendo en todo caso a la edad del niño, se distinguen 5 niveles de afectación motora y dependencia ^{1,2}.

2.2 ESPASTICIDAD

La espasticidad se define como el trastorno motor asociado a una lesión a nivel de la motoneurona superior, caracterizado por el aumento de la resistencia ejercida por el músculo cuando este es estirado pasivamente, y considerado el responsable de la hipertonía o incremento del tono producido a nivel muscular ^{3,4,5}, que suele ir asociado a debilidad, hiperreflexia y clonus ^{4,6}.

Fisiopatología de la espasticidad: En condiciones normales existe un equilibrio entre los impulsos nerviosos excitatorios (mediados por los neurotransmisores glutamato y aspartato) y los inhibitorios (mediados por el neurotransmisor GABA), responsables de la correcta regulación del tono muscular. Sin embargo, en la PCI la parte del cerebro encargada de la transmisión de los impulsos inhibitorios se encuentra alterada, lo que conduce a un exceso de transmisión excitatoria y en consecuencia al aumento del tono muscular (espasticidad) ^{2,4}.

Efectos de la espasticidad:

- Afectación de tejidos blandos (músculos, tendones y ligamentos) que puede derivar en rigidez muscular, fibrosis y atrofia.
- Disminución del número de sarcómeros y del crecimiento longitudinal y la capacidad de extensibilidad del músculo espástico, quedando este acortado. De este modo, dificulta la contracción de la musculatura antagonista, generando un desequilibrio muscular agonista-antagonista que se traduce en contracturas, dolor e incluso atrofia muscular.
- Rigidez articular, disminución de la amplitud de movimiento y alteraciones posturales.

- Deformidades óseas: luxaciones de cadera, escoliosis.
- Pérdida de funcionalidad, asociada a dificultades para la realización de las actividades de la vida diaria (AVD): higiene y vestido, deambulación ('marcha en tijeras'), transferencias, alimentación ^{3,5,6}.

La espasticidad puede variar en función de factores como la posición de cabeza y extremidades, la fatiga, el estrés o el estado de ánimo del paciente ³. Se presenta más frecuentemente en los miembros inferiores que en los superiores ⁴. Se han observado patrones espásticos comunes en pacientes con PCI [Figura 1] ^{5,7}. Además, en ocasiones aparecen signos de espasticidad a nivel de la musculatura facial y la lengua ⁵.

Patrones espásticos y músculos más afectados		
	Deformidades	Músculos
Miembro superior	Hombro en aducción y rotación interna	-Pectoral mayor -Dorsal ancho -Redondo mayor
	Codo en semiflexión	-Bíceps braquial -Supinador largo
	Antebrazo en pronación	-Pronador redondo
	Muñeca semiflexionada	-Palmar mayor -Cubital anterior
	Mano en 'puño'	-Flexores comunes de los dedos: superficial y profundo
Miembro inferior	Flexo de cadera	-Psoas-ilíaco -Recto anterior
	Aducto de cadera	-Aductores mayor, medio y menor
	Flexo de rodilla	-Isquiotibiales -Gemelos
	Pie equino-varo	-Gemelos -Sóleo -Tibial posterior -Flexor largo de los dedos
	Hiperextensión del primer dedo	-Extensor largo del primer dedo

Figura 1. Patrones espásticos y músculos más afectados ⁷

Valoración del grado de espasticidad:

- Test de MAS (Modified Ashworth Scale). Es la escala más utilizada en la práctica clínica. Se basa en la medición de la resistencia del músculo al estiramiento pasivo realizado a una velocidad inespecífica. Atendiendo a la respuesta muscular observada (tono muscular) y al rango de movimiento articular (ROM) permitido se distinguen 5 grados de espasticidad [Tabla 1] ⁵.
- Escala MTS (Modified Tardieu Scale). Permite valorar el grado de espasticidad realizando mediciones a, al menos, dos velocidades de estiramiento pasivo muscular diferentes (rápida y lenta) ^{5,6}.
- Estudios electromiográficos. En algunos proyectos de investigación se emplea la electromiografía (EMG) para valorar la hiperexcitabilidad del

reflejo de estiramiento ³.

Test de MAS (Modified Ashworth Scale)	
0	Ausencia de aumento del tono muscular.
1	Ligero aumento del tono muscular, visible a la palpación o mínima resistencia al estiramiento al final del ROM, en flexión o en extensión.
1+	Ligero aumento del tono muscular al movimiento en flexión o en extensión, seguido de una ligera resistencia en menos de la mitad del resto del ROM.
2	Aumento más marcado del tono muscular durante la mayor parte del ROM.
3	Aumento importante del tono muscular que dificulta el movimiento.
4	Rigidez al movimiento pasivo en flexión o en extensión.

Tabla 1. Test de MAS (Modified Ashworth Scale) ⁵

Tratamiento multidisciplinar de la espasticidad en la PCI:

A pesar del origen central de la espasticidad, su abordaje se centra en procedimientos dirigidos a la musculatura y los nervios periféricos ⁶. No existe un protocolo de tratamiento “ideal” establecido, sino que este va a depender del grado y la localización de espasticidad, así como de la edad del niño y de sus repercusiones a nivel funcional ^{3,6} e irá, en todo caso, encaminado a mejorar la calidad de vida, tanto del sujeto como de sus cuidadores ⁵.

- Tratamiento médico-quirúrgico:

- *Fármacos orales:* diazepam, baclofeno, dantroleno. Se emplean en casos de espasticidad generalizada ⁵.
- *Inyecciones de toxina botulínica tipo A (BTA)*, sobre todo en miembros inferiores. La BTA inhibe, de forma temporal (2-4 meses), la liberación de acetilcolina desde las terminaciones nerviosas, causando su denervación y reduciendo de este modo la espasticidad ^{3,4,5}.
- *Bomba de baclofeno intratecal (ITB)*. Dispositivo implantado quirúrgicamente que inyecta baclofeno directamente al espacio intratecal, bloqueando la conducción excitatoria a nivel de las astas dorsales de la médula espinal para inhibir, temporalmente (5 años), la espasticidad ^{3,5,6}.
- *Rizotomía dorsal selectiva (SDR)*. Procedimiento quirúrgico con efectos permanentes sobre la espasticidad ⁶ que consiste en seccionar determinadas raíces nerviosas de niveles medulares bajos (L1-S2), encargadas de la

inervación de los miembros inferiores y que, en casos de mala conducción nerviosa, son responsables del fenómeno de la espasticidad ³.

- *Cirugía ortopédica.* Incluye diferentes procedimientos (elongaciones musculares, trasposiciones tendinosas, osteotomías) centrados en el abordaje de las complicaciones derivadas de la espasticidad ^{3,5}.
- Tratamiento fisioterápico: encaminado a mantener la flexibilidad muscular y los rangos de movilidad articular, así como la fuerza y la coordinación del sujeto ^{5,6}. En base a estos objetivos se emplean una gran variedad de técnicas como son los estiramientos funcionales y el entrenamiento del control postural ⁶, el método Bobath como terapia de neurodesarrollo y facilitación del movimiento ⁵, la terapia de estimulación eléctrica ⁶, las manipulaciones espinales ², las ortesis dinámicas para el mantenimiento de una correcta alineación articular ⁶ o programas de hipoterapia ² y terapia acuática ⁵. Además, en los últimos años se están llevando a cabo ensayos clínicos utilizando las ondas de choque y las vibraciones para tratar la espasticidad de pacientes con PCI ⁶.

3. JUSTIFICACIÓN

El abordaje de la espasticidad, presente en la mayoría de los casos de PCI, constituye el mayor desafío para el equipo de tratamiento responsable de estos pacientes ³. Son varios los procedimientos, tanto médico-quirúrgicos como programas de fisioterapia y terapia ocupacional, que han demostrado su efectividad en el abordaje de la espasticidad. Se decide llevar a cabo la siguiente revisión bibliográfica para conocer los últimos avances en el campo de la fisioterapia.

4. OBJETIVOS

Objetivo general:

- Conocer las técnicas fisioterápicas que han demostrado mayor efectividad en el tratamiento de la espasticidad de la PCI en los últimos 10 años.

Objetivos específicos:

- Analizar los mecanismos de actuación por los que las diferentes técnicas actúan sobre la espasticidad.
- Considerar los distintos métodos utilizados para la valoración de la espasticidad en estos pacientes.
- Conocer los efectos producidos por las diferentes técnicas sobre la espasticidad, tanto de forma inmediata como a corto y largo plazo.

5. ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA Y SELECCIÓN DE ARTÍCULOS**5.1 Estrategia de búsqueda**

Se realizaron varias búsquedas durante los meses de marzo y abril de 2020 en las bases de datos de *PubMed*, *Academic Search Complete* y *PEDro*.

Las palabras clave empleadas fueron: “cerebral palsy”, “children”, “spasticity”, “physiotherapy”, “physical therapy”. Se utilizó el operador booleano “AND” para relacionar todos los términos entre sí, a excepción de los dos últimos que se relacionaron mediante el operador “OR”.

5.2 Criterios de inclusión y de exclusión

Una vez realizadas las búsquedas, se aplicaron diferentes criterios de inclusión y de exclusión para llevar a cabo la selección de los artículos del estudio [*Anexo I*].

Criterios de inclusión:

- Artículos publicados en los últimos 10 años (2010-2020).
- Texto completo disponible.
- Texto en inglés o español.
- Estudios centrados en el abordaje de la espasticidad.
- Estudios que utilicen técnicas propias de la fisioterapia en el abordaje la espasticidad en niños con Parálisis Cerebral (PC).

Criterios de exclusión:

- Intervenciones quirúrgicas ortopédicas o inyecciones de toxina botulínica en los últimos 6 meses.
- Estudios con una muestra poblacional inferior a 10 participantes, para intentar que la muestra sea lo más representativa posible de la población.
- Revisiones sistemáticas.

6. SÍNTESIS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

En la selección de los participantes de los distintos estudios, los autores coincidieron en excluir a aquellos que presentasen las siguientes características:

- Cirugías ortopédicas y/o inyecciones de BTA en los últimos 6 meses.
- Deformidades musculoesqueléticas establecidas, sin posibilidad de corrección.
- Epilepsia o crisis epilépticas no controladas.
- Alteraciones cognitivas que impidan comprender u obedecer órdenes.
- Alteraciones importantes de la audición y/o de la visión.

La mayoría de los artículos incluyeron diversas variables de estudio relacionadas directamente con la PCI: la espasticidad, la fuerza muscular, el patrón de marcha, el control postural o la funcionalidad del sujeto. Sin embargo, nuestra revisión se centró en la evaluación de la espasticidad.

6.1 Tratamiento con Vibroterapia. Whole Body Vibration (WBV)

De los 18 artículos seleccionados, 4 utilizaron la terapia vibratoria para abordar la espasticidad de pacientes con PCI.

*Ibrahim MM, et al.*⁸ llevaron a cabo un estudio con 30 niños y niñas, de entre 8 y 12 años y diagnóstico de PC espástica tipo diplejía, a los que distribuyeron de forma aleatoria en los grupos ‘intervención’ (n=15) y ‘control’ (n=15).

A lo largo de los 3 meses del estudio, los participantes realizaron 3 sesiones semanales de 1 hora de duración, de un programa de Terapia Física que consistió en estiramientos musculares y entrenamiento de las reacciones posturales, el equilibrio y

la marcha. Además, los integrantes del grupo ‘intervención’ recibieron sesiones de WBV, distribuidas en 3 series de 3 minutos de vibración con 3 minutos de descanso entre series y en posición de bipedestación con ligera flexión de rodillas sobre la plataforma “Power Plate” programada a una frecuencia de 12-18Hz y una amplitud de onda de 2-6mm.

Se utilizó la escala MAS (Modified Ashworth Scale) para valorar el grado de espasticidad de la musculatura de miembros inferiores (aductores de cadera, extensores de rodilla y flexores plantares de tobillo) al inicio y al final del estudio. Los resultados obtenidos mostraron mejorías significativas en el grado de espasticidad de la musculatura extensora de rodilla del miembro inferior débil del grupo ‘intervención’. Por el

contrario, en el resto de musculatura valorada, tanto del grupo ‘intervención’ como del grupo ‘control’, no se observaron cambios significativos [Gráfico 1].

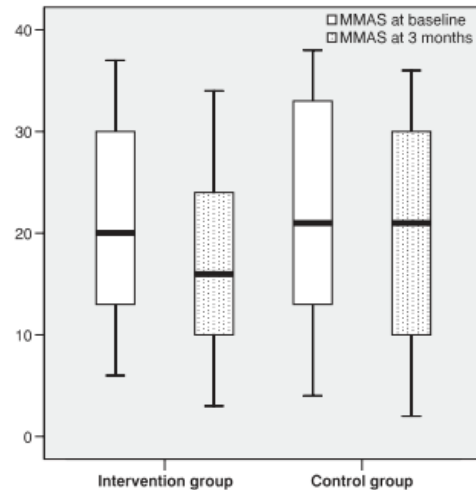


Gráfico 1. Espasticidad al inicio y al final del estudio (según Escala MAS) ⁸

Katusic A, et al. ⁹, en su estudio, seleccionaron 89 pacientes diagnosticados de PC espástica unilateral o bilateral y edades entre 4 y 6 años; a los que aleatorizaron en dos grupos, ‘intervención’ (n=45) y ‘control’ (n=44).

El tratamiento del grupo ‘intervención’ durante los 3 meses del estudio consistió en 2 sesiones semanales de WBV, en posición de decúbito supino sobre el colchón vibratorio “Bed Pad” emitiendo ondas vibratorias a 40Hz de frecuencia durante 20 minutos. Además, los integrantes de ambos grupos continuaron con sus 3 sesiones semanales habituales de fisioterapia de 40 minutos de duración.

Se utilizó la escala MAS para medir el grado de espasticidad, al inicio y al final del estudio, tanto a nivel de las extremidades superiores (flexores de codo y muñeca) como de las inferiores (aductores de cadera, extensores de rodilla y flexores plantares de tobillo), en ambos hemicuerpos. El valor resultante de la suma de todas las mediciones, comprendido entre 0 y 40, hace referencia a la espasticidad global del sujeto. En base a los resultados, se apreció una disminución significativa del grado de espasticidad en ambos grupos, más notable en el grupo ‘intervención’.

*Tupimai T, et al.*¹⁰ realizaron un estudio acerca de un tratamiento combinado de vibroterapia y estiramientos sobre los miembros inferiores. Se incluyeron 12 sujetos de entre 6 y 18 años diagnosticados de PC espástica, que se aleatorizaron en dos grupos de modo que todos ellos estuviesen, de forma alterna y durante 6 semanas, bajo la condición de grupo ‘intervención’ y de grupo ‘control’.

Bajo la condición de grupo ‘intervención’ los participantes recibieron 5 sesiones semanales de 30 minutos de estiramientos pasivos sobre un plano inclinado (70-80°) seguidos de 10 minutos de WBV sobre la plataforma de vibración “AIKO vibrator” programada a 20Hz de frecuencia. Bajo la condición de grupo ‘control’, aunque el número de sesiones fue el mismo, estas consistieron únicamente en 40 minutos de estiramientos pasivos sobre el plano inclinado.

La valoración de la espasticidad de la musculatura de miembros inferiores (aductores de cadera, cuádriceps, isquiotibiales y sóleo) se llevó a cabo, con la escala MAS, al inicio, inmediatamente después de la primera sesión y al final de estudio. Los resultados inmediatos (tras la primera sesión) mostraron cambios significativos en la espasticidad general del miembro inferior ‘fuerte’ de ambos grupos, pero únicamente del sóleo del miembro inferior ‘débil’ del grupo ‘intervención’. A corto plazo los resultados pusieron de manifiesto, en el grupo ‘intervención’, la disminución significativa y generalizada de la espasticidad en ambas extremidades; por el contrario, en el grupo ‘control’ esta disminución sólo se observó en determinados músculos. Además, las mejoras fueron más marcadas para el grupo ‘intervención’.

*Park C, et al.*¹¹ con el objetivo de determinar los efectos de una única sesión de WBV sobre la espasticidad de los flexores plantares de tobillo, llevaron a cabo un estudio con 17 pacientes de entre 3 y 14 años y diagnóstico de PC espástica.

La sesión de tratamiento consistió en 20 minutos de vibroterapia, distribuidos en dos series de 10 minutos separadas entre sí por 1 minuto de descanso y durante los que el sujeto se mantuvo en posición de bipedestación con ligera flexión de rodillas sobre la plataforma “Galileo Med S”, programada a una frecuencia de 20Hz y una amplitud de onda de 2mm. Al finalizar la sesión los participantes permanecieron 4 horas en la cama para no alterar los resultados.

La valoración de la espasticidad de los flexores plantares de tobillo se llevó a cabo mediante las escalas MAS y MTS (Modified Tardieu Scale) en diferentes momentos: previo al inicio de la sesión, inmediatamente después y pasados 30 minutos, 1, 2, 3 y

4 horas. Los resultados obtenidos mostraron una disminución significativa e inmediata de la espasticidad, capaz de mantenerse en la hora posterior a la sesión [Gráfico 2].

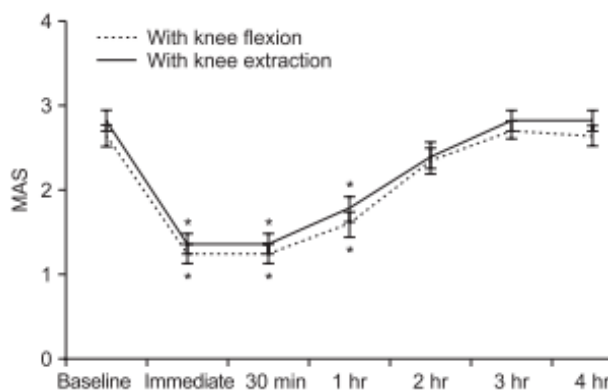


Gráfico 2. Cambios en la espasticidad tras una sesión WBV (según escala MAS) ¹¹

6.2 Tratamiento con ondas de choque. Extracorporeal Shock Wave Therapy (ESWT)

En los siguientes 4 artículos se trató la espasticidad a nivel de la musculatura flexora plantar de tobillo de pacientes con PCI utilizando la terapia con ondas de choque.

Abdel Gawad HA, et al. ¹², para evaluar la eficacia de esta terapia, realizaron un estudio con 30 pacientes de entre 5 y 7 años y diagnóstico de PC espástica tipo hemiplejía aleatorizados en dos grupos, ‘intervención’ (n=15) y ‘control’ (n=15).

Tanto el grupo ‘intervención’ como el grupo ‘control’ realizaron, a lo largo de las 4 semanas de duración del estudio, varias sesiones de un programa de Terapia Física que consistió en ejercicios de trabajo de fuerza, estiramientos y entrenamiento de los cambios posturales y la deambulación. Además, los integrantes del grupo ‘intervención’, durante una semana, recibieron 3 sesiones de ESWT con el dispositivo “Orthospec” programado para emitir 700 pulsos con una densidad de flujo de 0,32 mJ/mm² a nivel de los vientres musculares de sóleo y gemelos del miembro inferior afecto del paciente, que permaneció en posición de sedestación con la extremidad sobre un reposapiés.

La medición de la espasticidad se realizó, al inicio y al final del estudio, utilizando las puntuaciones de la escala MAS y los valores de H/M ratio registrados con EMG (Electromiografía). Los resultados reflejaron una mejoría significativa en el grupo ‘intervención’; por el contrario, en el grupo ‘control’ no aparecieron cambios significativos [Tabla 2].

Group	Mean \pm SD		MD	t-Value	P value
	Pre	Post			
Control	4.00 \pm 1.20	3.99 \pm 1.20	0.01	-1.00	0.33
Study	3.75 \pm 1.08	1.95 \pm 0.60	1.80	-11.97	0.00*
MD, mean differences; Pre, pretreatment; Post, post treatment.					
* Significant.					

Tabla 2. Espasticidad al inicio y al final del estudio (según valores H/M ratio) ¹²

El-Shamy SM, et al. ¹³ reunieron en su estudio a 30 sujetos, de entre 6 y 8 años y diagnóstico de PC espástica tipo hemiplejía, y los aleatorizaron en dos grupos, ‘intervención’ (n=15) y ‘control’(n=15).

Durante los 3 meses de duración del estudio, el tratamiento del grupo ‘control’ consistió en 3 sesiones semanales de un programa de Terapia Física con ejercicios de fuerza y estiramientos, entrenamiento del equilibrio, la propiocepción y la marcha y técnicas encaminadas al correcto neurodesarrollo del niño. Por su parte, el grupo ‘intervención’, además de estas sesiones de Terapia Física, recibió una sesión semanal de ESWT con un dispositivo que emitió 1500 pulsos, con una densidad de flujo de 0,030 mJ/mm² y una frecuencia de 5Hz sobre los vientres musculares de sóleo y gemelos del miembro inferior afecto.

Para la valoración de la espasticidad de la musculatura flexora plantar de tobillo (sóleo y gemelos), tanto al inicio como al final del estudio, se utilizó la escala MAS. Los resultados mostraron una disminución significativa del grado de espasticidad en ambos grupos, siendo más marcada la mejoría obtenida en el grupo ‘intervención’ [Tabla 3].

Item	Pretreatment, X (SD)	Posttreatment, X (SD)	P
Control group	2.27 (0.56)	1.86 (0.22)	0.017
Study group	2.34 (0.48)	1.63 (0.23)	0.001
P	0.73	0.009	
SD, standard deviation; X, mean.			

Tabla 3. Cambios en la espasticidad al inicio y al final del estudio (según escala MAS) ¹³

Elnaggar RK, et al. ¹⁴ realizaron un estudio comparativo entre el abordaje de la espasticidad mediante ESWT, ortesis tobillo-pie o la combinación de ambas técnicas. Para ello se reunió a 53 niños con PC espástica tipo diplejía de entre 5 y 8 años y se aleatorizaron en: grupo I (n=18) tratado con ESWT, grupo II (n=16) que

utilizó ortesis y grupo 3 (n=19) tratado con ESWT y empleo de ortesis.

El programa de Terapia Física convencional, recibido por los 53 pacientes, consistió en 3 sesiones semanales de 1 hora a lo largo los 3 meses de duración del estudio e incluyó estiramientos y entrenamiento del equilibrio y de la marcha. Por su parte, los grupos I y III, además recibieron una sesión a la semana (previa al inicio de la primera sesión semanal de Terapia Física) de ESWT con el dispositivo “Zimmer enPuls”, que emitió 1200 pulsos con una densidad de flujo de 0,030 mJ/mm² y una frecuencia de 5Hz sobre los vientres musculares de sóleo y gemelos del paciente situado en decúbito prono. Los integrantes de los grupos II y III utilizaron ortesis de bloqueo de la flexión plantar de tobillo.

Para valorar posibles cambios en la espasticidad se compararon los valores de H/M ratio aportados por los estudios electromiográficos realizados a los participantes al inicio y al final del estudio. De este modo, se apreció una mejora significativa del grado de espasticidad en los flexores plantares de tobillo de los grupos I y III; por el contrario, no se observaron cambios significativos en el grupo II.

*Elnegamy TE, et al.*¹⁵ llevaron a cabo un estudio con el objetivo de comparar la eficacia de la ESWT frente a las ortesis tobillo-pie en el abordaje de la espasticidad flexora plantar de tobillo. Para ello, seleccionaron 30 pacientes de entre 5 y 8 años y diagnóstico de PC espástica tipo hemiplejia, y los aleatorizaron en grupo A o ‘grupo ESWT’ (n=15) y grupo B o ‘grupo ortesis’ (n=15).

El tratamiento, a lo largo de los 3 meses de duración del estudio, consistió para ambos grupos en 3 sesiones semanales de un programa de Terapia Física basado en técnicas de neurodesarrollo. Además, el grupo A recibió sesiones de ESWT con el dispositivo “ZWave” emitiendo 2000 pulsos a una densidad de flujo de 0,020mJ/mm² y una frecuencia de 6Hz sobre los vientres musculares de los flexores plantares de tobillo; y el grupo B utilizó la ortesis “h-AFOs” para limitar la flexión plantar de tobillo.

La evaluación de la espasticidad se efectuó en base a las puntuaciones obtenidas en las mediciones realizadas al inicio y al final del estudio con la escala MAS y a los valores de la H/M ratio proporcionados por la EMG. Los resultados reflejaron mejorías significativas en ambos grupos, siendo más marcada en el grupo tratado con ESWT.

6.3 Tratamiento con Terapia ecuestre. Hipoterapia

Son 3 los estudios seleccionados que abordaron la espasticidad de la musculatura aductora de cadera mediante la hipoterapia.

*Lucena-Antón D, et al.*¹⁶ realizaron un seguimiento a 44 pacientes con edades entre los 3 y los 14 años y diagnóstico de PC espástica; a los que aleatorizaron en dos grupos, ‘control’ (n=22) e ‘intervención’ (n=22).

El estudio se desarrolló durante 12 semanas, durante las que, el grupo ‘control’ recibió 2 sesiones semanales de Terapia Física y el grupo ‘intervención’, además de las sesiones de Terapia Física, recibió 1 sesión semanal de hipoterapia de 45 minutos de duración distribuidos del siguiente modo: en primer lugar 5-10 minutos de calentamiento y estiramientos de la musculatura aductora de cadera, seguidos de la terapia a horcajadas sobre el caballo, con el fisioterapeuta guiando en todo momento el paso del animal a velocidad lenta y constante; primero desde un lateral y posteriormente montando junto al sujeto para corregir y/o mantener su correcta alineación corporal sobre el caballo.

Se empleó la escala MAS para la valoración de la espasticidad de los aductores de cadera, con mediciones la semana previa al inicio, tras una semana de terapia y al final de estudio. Los resultados mostraron una disminución significativa para el grupo ‘intervención’, especialmente del miembro inferior derecho; por el contrario, los cambios en el grupo ‘control’ no resultaron significativos.

*Antunes FN, et al.*¹⁷ evaluaron la eficacia de dos protocolos diferentes de hipoterapia. Para ello, seleccionaron 10 sujetos con PC espástica bilateral de entre 5 y 15 años y los aleatorizaron en dos grupos de tal manera que todos los participantes estuviesen, de forma alterna, bajo la condición de grupo ‘intervención’ y ‘control’.

Los participantes recibieron una sesión de 30 minutos de cada protocolo, espaciadas entre sí 1 semana. El protocolo 1 o ‘de paso’ consistió en dos transiciones, una primera de ‘subida’ (pausa-paso) y una segunda de ‘bajada’ (paso-pausa). En cambio, en el protocolo 2 o de ‘paso-trote’ se intercalaron 3 minutos de trote por cada 7 minutos de caminata a ritmo de paso siguiendo las transiciones de ‘subida’ (pausa - paso - paso rápido - trote) y de ‘bajada’ (trote - paso rápido - paso - pausa). En ambos protocolos el fisioterapeuta, situado en un lateral del caballo, fue el encargado de guiar los movimientos del animal.

Se valoró, con la escala MAS, el grado de espasticidad de cada participante al inicio y al final de cada sesión. Los resultados obtenidos demostraron que ambos protocolos disminuyen significativamente y de forma inmediata la espasticidad en los aductores de cadera, siendo mejores las mejorías logradas con el Protocolo 2.

*Hemachithra C, et al.*¹⁸ realizaron un estudio encaminado a valorar los efectos de la hipoterapia utilizando el simulador ‘Horse Riding Simulator’. Para ello, seleccionaron 24 niños con diagnóstico de PC espástica tipo diplejía y edades entre 2 y 4 años y los aleatorizaron en dos grupos, ‘intervención’ (n=12) y ‘control’ (n=12).



Figura 2. Hipoterapia simulada en dispositivo “U-Gallop”¹⁸

El tratamiento para ambos grupos consistió en una única sesión de tratamiento de 30 minutos de duración y bajo la supervisión del fisioterapeuta. En el caso del grupo ‘intervención’ se utilizó el dispositivo “U-Gallop” para simular los movimientos del caballo durante la marcha, con el sujeto situado a horcajadas sobre el mismo, como si del animal se tratase [Figura 2]. En cambio, para el tratamiento del grupo ‘control’ se empleó el dispositivo “corner seat” y la sesión consistió en el mantenimiento de la postura de sedestación con ligera abducción de caderas.

Para la valoración de la espasticidad se realizaron mediciones, al inicio y al final de la intervención, utilizando la escala MAS. Los resultados mostraron una mejora significativa de la espasticidad en el grupo ‘intervención’; por el contrario, no se observaron cambios significativos en el grupo ‘control’.

6.4 Tratamiento con masaje

Los siguientes 2 artículos estudian la eficacia de la técnica de masaje, tradicional y trasverso profundo, sobre la espasticidad de pacientes con PCI.

*Mahmood Q, et al.*¹⁹ realizaron un estudio basado en la aplicación de masaje tradicional (TM) sobre la musculatura espástica de estos pacientes. Seleccionaron 75 sujetos de entre 2 y 10 años y diagnóstico de PC espástica tipo diplejía y los

aleatorizaron en dos grupos, ‘intervención’ (n=38) y ‘control’ (n=37).

A lo largo de los 3 meses de duración del estudio, ambos grupos recibieron 5 sesiones semanales de un programa de Terapia Física convencional basado en estiramientos y ejercicios de control postural. Además, los integrantes del grupo ‘intervención’, previo a cada sesión de Terapia Física, recibieron 30 minutos de masaje: 5 minutos en cada extremidad (de distal a proximal), 5 minutos en la parte anterior del tronco y otros 5 en su parte posterior (del centro a la periferia). Esta técnica de masaje se enseñó a sus cuidadores para que continuasen con el tratamiento en el domicilio particular.

Se utilizó la escala MAS para la valoración del grado de espasticidad de las cuatro extremidades, al inicio, pasadas 6 semanas y al final del estudio. Los resultados mostraron una disminución significativa del grado de espasticidad en ambos grupos, siendo más marcada la mejoría en el caso del grupo ‘intervención’ [Tabla 4].

MAS		Control Group (Mean±SD)	Intervention Group (Mean±SD)	P-value
All Four Limbs	Baseline	0.91±0.45	0.87±0.42	0.72
	After 6 Wks	0.75±0.46	0.54±0.40	0.04
		0.001a	0.001a	
	After 12 Wks	0.57±0.43	0.36±0.32	0.01
		0.001b	0.001b	
a: p value (within group) baseline to 06 weeks, Wks: Weeks, b: p-value (within group) baseline to 12 weeks.				

Tabla 4. Cambios en la espasticidad a lo largo del estudio (según la escala MAS) ¹⁹

Rasool F, et al. ²⁰ utilizaron en su estudio la técnica de masaje transversal profundo, también conocido como masaje de Cyriax; para ello, contaron con la participación de 60 sujetos de entre 3 y 9 años diagnosticados de PC espástica tipo diplegia, aleatorizados en los grupos ‘intervención’ (n=30) y ‘control’ (n=30).

A lo largo de las 6 semanas de estudio, el tratamiento del grupo ‘control’ consistió en 5 sesiones semanales de 30 minutos de un programa de Terapia Física convencional basado en aplicación de calor superficial con un “hot pack”, posturas del método Bobath y estiramientos del tendón de Aquiles. El grupo ‘intervención’ además recibió sesiones de masaje de Cyriax a nivel de gemelos, sóleo y tendón de Aquiles. La valoración de la espasticidad se efectuó con la escala MAS, tanto al inicio como al final del estudio, y los resultados obtenidos reflejaron mejorías significativas y similares para ambos grupos.

6.5 Otras técnicas de fisioterapia

Elshafey MA, et al.²¹ llevaron a cabo un estudio para evaluar la eficacia del estiramiento funcional aplicado sobre la musculatura espástica de pacientes con PCI. Para ello, seleccionaron a 32 pacientes de entre 5 y 8 años con PC espástica tipo diplegía y los aleatorizaron en dos grupos, ‘intervención’ (n=16) y ‘control’ (n=16).

El tratamiento se dosificó en 3 sesiones semanales de 2 horas de duración a lo largo de los 3 meses de estudio. Las sesiones del grupo ‘intervención’ consistieron en estiramientos funcionales aplicados sobre la musculatura espástica de los miembros inferiores, combinando un movimiento funcional junto con un estiramiento pasivo; de modo que los sujetos, en primer lugar, adoptasen una determinada posición funcional y, progresivamente, fuesen aumentando el recorrido articular, sin llegar al límite de dolor [Figura 3]. En cambio, para el grupo ‘control’ estas sesiones consistieron en un programa de estiramientos pasivos a nivel de la musculatura espástica de miembros inferiores y ejercicios de control de tronco, equilibrio y entrenamiento de la funcionalidad.

La medición de la espasticidad se llevó a cabo, al inicio y al final del estudio, mediante EMG. Los valores de H/M ratio obtenidos en ambas mediciones reflejaron mejorías significativas de la espasticidad para ambos grupos, siendo más pronunciadas en el grupo ‘intervención’.



Figura 3. Estiramiento funcional de aductores de cadera en posición de paso²¹

Adar S, et al.²² realizaron un estudio comparativo entre los efectos sobre la espasticidad de la terapia acuática frente a los del ejercicio fuera del agua. Para ello, seleccionaron 32 pacientes de entre 4 y 18 años y diagnóstico de PC espástica tipo diplegía o hemiplejía y los distribuyeron de forma aleatoria en dos grupos, grupo I o ‘de terapia acuática’ (n=17) y grupo II o ‘de ejercicios fuera del agua’ (n=15).

El programa de tratamiento para ambos grupos consistió en 5 sesiones semanales de 1 hora, llevadas a cabo a lo largo de las 6 semanas de duración del estudio. El programa de Terapia Acuática realizado por el grupo I se desarrolló del siguiente

modo: en primer lugar, 10 minutos de ejercicios de movilidad articular activa y estiramientos fuera del agua, seguidos de la terapia dentro de la piscina que incluyó 25 minutos de ejercicio aeróbico (marcha en el agua), 20 minutos de movilidad articular activa, estiramientos y ejercicios de fortalecimiento de miembros inferiores y, por último, 5 minutos de vuelta a la calma (marcha en el agua o nado lento). Por otra parte, el programa de ejercicios fuera del agua desarrollado por el grupo II consistió en: 10 minutos de estiramiento y movilidad articular activa, seguidos de 30 minutos de ejercicio aeróbico y fortalecimiento de miembros inferiores y, por último, 20 minutos de entrenamiento del control postural y la marcha.

La valoración del grado de espasticidad de miembros inferiores (aductores de cadera, flexores de rodilla y flexores plantares de tobillo) se realizó, tanto al inicio como al final del estudio, utilizando la escala MAS. Los resultados del estudio demostraron mejorías significativas y similares de la espasticidad en los sujetos de ambos grupos, a excepción de los aductores de cadera del miembro inferior izquierdo de los individuos del grupo II, donde no se apreciaron cambios.

Arshad N, et al. ²³ llevaron a cabo un estudio con el objetivo de determinar si el método Bobath es capaz de disminuir la espasticidad en la PCI. Para ello realizaron, durante 3 meses, un seguimiento a 13 pacientes de entre 2 y 10 años y diagnóstico de PC espástica.

El tratamiento, basado en el método Bobath, consistió en 5 sesiones semanales de terapia incluyendo ejercicios de estiramiento, movilidad, coordinación y control postural. Además, en todo momento se estimuló al niño con instrucciones verbales o contactos manuales y, para algunos ejercicios, se utilizaron elementos externos como el balón de Bobath o las barras paralelas.

Se empleó la escala MAS para realizar valoraciones periódicas a los participantes, tanto al inicio del estudio como al final de cada mes de tratamiento, con el objetivo de evaluar la aparición de posibles mejorías a lo largo de los 3 meses de estudio. Los datos recogidos reflejaron que, durante este tiempo, todos los sujetos mantuvieron e incluso mejoraron, en algunos casos, sus puntuaciones en la escala MAS.

Kachmar O, et al. ²⁴ llevaron a cabo un estudio para determinar los efectos de las manipulaciones espinales (SM) sobre la espasticidad de la musculatura flexora de muñeca de pacientes con PC espástica. Se seleccionaron 29 pacientes de entre 7 y 18

años y se dividieron en 3 grupos en función de su puntuación en la escala MAS: grupo I o ‘de espasticidad mínima’ (MAS=1) (n=10), grupo II o ‘de espasticidad leve’ (MAS= 1+) (n=10) y grupo III o ‘de espasticidad moderada’ (MAS= 2) (n=9).

Cada sujeto, a lo largo de las 2 semanas de duración del estudio, recibió 12 sesiones de tratamiento con manipulaciones espinales de alta velocidad y pequeña amplitud, a nivel de la columna cervical, dorsal y lumbar, en posición de sedestación, decúbito prono y decúbito supino, respectivamente. Además, complementaron su tratamiento con un programa de Terapia Física, masaje, movilidad articular y rehabilitación con videoconsolas.

La espasticidad a nivel de la musculatura flexora de la muñeca se valoró, tanto con la escala MAS como con el dispositivo “NeuroFlexor”, en tres momentos: 10-15 minutos antes de la primera SM, pasados 15 minutos de la misma y al final del estudio. Los resultados del estudio reflejaron mejorías significativas en el grado de espasticidad de todos los participantes. No obstante, la disminución no se produjo del mismo modo en los distintos grupos: en los grupos I y II la espasticidad disminuyó significativamente tras la primera SM; sin embargo, en la valoración final se observó que dicha disminución se mantuvo en el grupo II mientras que empeoró ligeramente en el grupo I. Por otro lado, en el grupo III, no se observaron cambios significativos tras la primera SM, aunque aparecieron ciertas mejorías a lo largo de las 2 semanas de tratamiento [Gráfico 3].

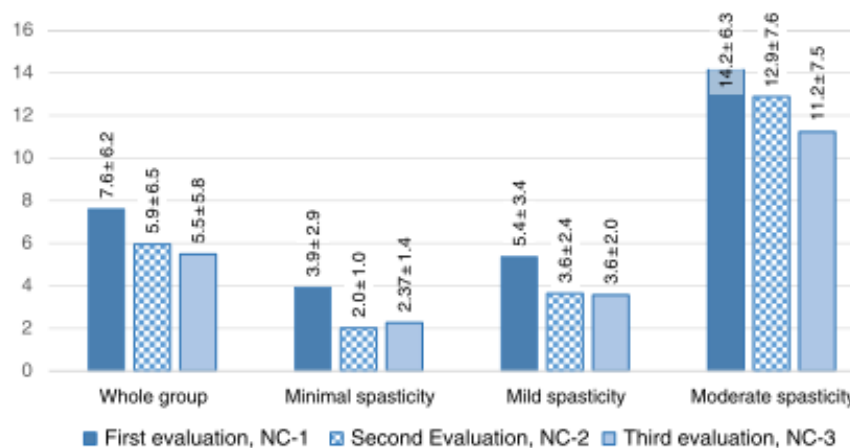


Gráfico 3. Cambios en la espasticidad tras manipulaciones espinales (según la escala MAS) ²⁴

Yidizgören MT, et al. ²⁵ elaboraron un estudio para conocer los efectos de la estimulación eléctrica neuromuscular (NMES) sobre la espasticidad de los flexores de muñeca y dedos de pacientes con PCI. Para ello seleccionaron 24 pacientes con diagnóstico de PC espástica unilateral de entre 5 y 14 años y los distribuyeron, de

forma aleatoria, en dos grupos, ‘intervención’ (n=12) y ‘control’ (n=12). A lo largo de las 6 semanas de duración del estudio el tratamiento para ambos grupos consistió en la utilización, 5 días por semana, de una ortesis palmar junto con 5 sesiones semanales de 20-30 minutos de un programa de Terapia Física y Terapia Ocupacional basado en ejercicios de estiramiento, movilidad articular y método Bobath. Además, el grupo ‘intervención’ recibió sesiones de 30 minutos de NMES con el dispositivo “SAMMS” en las que se realizaron estimulaciones a una intensidad tolerable de entre 10 y 50 mA, un ancho de pulso de 300µs y una frecuencia de 30Hz; para ello se conectaron al aparato 2 electrodos, inactivo y activo, colocados, respectivamente, sobre la cara dorsal de la muñeca y la cara lateral del antebrazo a nivel del codo del miembro superior espástico (con el codo a 90° de flexión, el antebrazo en pronación y la muñeca en posición neutra).

Se utilizó la Clasificación de Zancolli para valorar la espasticidad a nivel de muñeca y dedos, tanto al inicio del estudio como al finalizar la tercera, cuarta y sexta semanas de tratamiento. Los resultados obtenidos reflejaron mejorías significativas entre la 4ª y la 6ª semana en el grupo ‘intervención’, mientras en el grupo ‘control’, aunque menos marcadas, se observaron a partir de la 6ª semana [Gráfico 4].

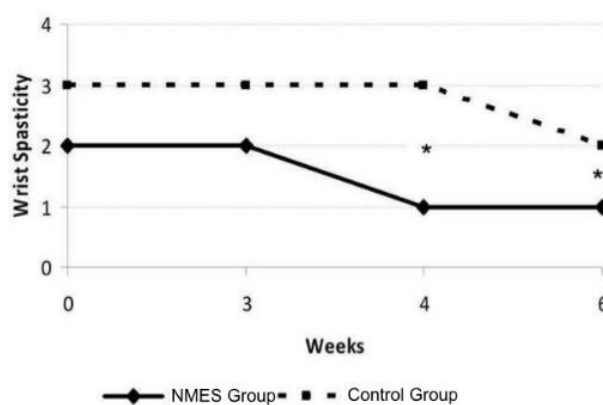


Gráfico 4. Cambios en la espasticidad de muñeca (según Clasificación de Zancolli)²⁵

7. DISCUSIÓN

Desde el enfoque de la vibroterapia, los autores coinciden en que se trata de un procedimiento no invasivo que resulta agradable para el paciente^{8,9,10,11}. Mientras Ibrahim MM, et al.⁸, Tupimai T, et al.¹⁰ y Park C, et al.¹¹ se centraron en el abordaje de la espasticidad de los miembros inferiores sobre una ‘plataforma vibratoria’ programada a una frecuencia alrededor de los 20Hz, Katusic A, et al.⁹ emplearon un ‘colchón vibratorio’ programado a 40Hz para tratar la espasticidad tanto de las extremidades superiores como de las inferiores. En todo caso, la duración

de las sesiones fue de entre 10 y 20 minutos ^{8,9,10,11}.

El mecanismo que ha demostrado mayor evidencia explicando su efectividad sobre la espasticidad se basa, por un lado, en la capacidad del estímulo vibratorio para interferir en la transmisión presináptica medular ^{9,10,11} y, por otro lado, en la postura relajada y de estiramiento de la musculatura espástica (bipedestación con ligera flexión de rodillas) mantenida sobre la plataforma durante la sesión de tratamiento ¹⁰.

Desde el enfoque de la terapia con ondas de choque (ESWT), todos los estudios coinciden en los beneficios de su aplicación a nivel de los músculos flexores plantares de tobillo (sóleo y gemelos) espásticos ^{12,13,14,15}. En los estudios de *El-Shamy SM, et al.* ¹³, *Elnaggar RK, et al.* ¹⁴, *Elnegamy TE, et al.* ¹⁵ se utilizaron diferentes dispositivos portátiles para emitir entre 1200 y 2000 pulsos a una densidad de flujo baja (0,2-0,3 mJ/mm²), tratándose por tanto de una terapia no dolorosa percibida por los pacientes como una sensación de vibración ¹⁵.

La teoría que ha demostrado mayor evidencia a la hora de explicar la actuación de las ondas de choque sobre la musculatura espástica sostiene que estas favorecen la síntesis de óxido nítrico (NO), sustancia que interfiere en los procesos de neurotransmisión sináptica, actuando de este modo sobre la espasticidad ^{12,13,14,15}.

Desde el enfoque de la hipoterapia, los autores coinciden en sus efectos beneficiosos sobre la espasticidad a nivel de la musculatura aductora de cadera ^{16,17,18}. Para explicar tales efectos se basan, por un lado, en la postura a horcajadas adoptada por el sujeto sobre el caballo, que mantiene la musculatura aductora en una posición de estiramiento ^{16,17}; y, por otro lado, en los movimientos rítmicos del animal durante la marcha, que constituyen un estímulo importante a nivel de la pelvis y el tronco ^{17,18}. Además, *Hemachitra C, et al.* ¹⁸ añaden el carácter motivador de esta terapia en los niños, resultando más atractiva para ellos.

Los estudios de *Mahmood Q, et al.* ¹⁹ **sobre el masaje tradicional** y de *Rasool F, et al.* ²⁰ **acerca del masaje de Cyriax** han demostrado efectos positivos sobre la espasticidad. La evidencia actual atribuye al masaje algunas propiedades que pueden relacionarse con el fenómeno de la espasticidad como son, la mejora de las propiedades del músculo, el alivio del dolor y la relajación del sujeto ²⁰.

Elshafey MA, et al. ²¹, **en su estudio acerca de los estiramientos**

funcionales, plantean que los beneficios sobre la espasticidad vienen dados por la postura funcional adoptada por el sujeto, en la que el músculo es sometido a un estiramiento pasivo, mejorando de este modo sus propiedades de extensibilidad y el control motor.

El estudio de *Adar S, et al* ²² muestra que los efectos de **la actividad física realizada tanto dentro como fuera del agua**, plantea mejoras similares sobre la espasticidad. Sin embargo, atribuye beneficios adicionales a la terapia acuática relacionados, por un lado, con su carácter más lúdico, resultando más atractiva y motivadora para los niños; y por otro, con la disminución del efecto de la gravedad dentro del agua, facilitando el control de tronco y reduciendo la carga a soportar por las articulaciones.

Los hallazgos del estudio de *Arshad N, et al.* ²³ ponen de manifiesto que **las técnicas de neurodesarrollo utilizadas por el método Bobath** orientadas a la facilitación e inhibición de determinados movimientos y al aprendizaje y control motor, en algunos casos, mejoran la espasticidad de pacientes con PCI.

El estudio de *Kachmar O, et al.* ²⁴ muestra que **las manipulaciones a nivel de la columna vertebral** mejoran la espasticidad de la musculatura flexora de muñeca. La literatura existente plantea que tales efectos se deben a la capacidad de la SM para interferir a nivel de los circuitos nerviosos modificando los reflejos de estiramiento, directamente relacionados con el fenómeno de la espasticidad.

Por último, el estudio de *Yidizgören MT, et al.* ²⁵ **acerca de la utilidad de la NMES** plantea mejoras a partir de la 4ª semana de tratamiento. Los efectos que esta terapia tiene sobre la espasticidad vienen dados por su capacidad para, simultáneamente, estimular la contracción de la musculatura antagonista e inhibir el arco reflejo responsable de la espasticidad en la musculatura agonista.

El método más utilizado para valorar la espasticidad de los participantes ha sido la escala MAS; sin embargo, algunos autores utilizan, como complemento o en sustitución de dicha escala, otros métodos de valoración: *Abdel HA, et al.* ¹², *Elnaggar RK, et al.* ¹⁴, *Elnegamy TE, et al.* ¹⁵, *Elshafey MA, et al.* ²¹ realizan EMG para registrar los datos del reflejo-H del sóleo (H/M ratio) producido al estimular el

nervio tibial posterior a nivel del hueso poplíteo; *Park C, et al.* ¹¹ utilizan la escala MTS y *Yidilzgören MT, et al.* ²⁵ y *Kachmar O, et al.* ²⁴ emplean la Clasificación de Zancolli y el dispositivo “Neuroflexor”, respectivamente, para valorar la espasticidad de la musculatura flexora de la muñeca.

En general, todas las técnicas estudiadas, en combinación con diferentes programas de fisioterapia, han demostrado mejorías significativas en el grado de espasticidad de pacientes con PCI. Las principales limitaciones han sido la escasez de estudios encontrados acerca de cada una de las terapias, junto con el pequeño tamaño muestral y su escasa duración, siendo en la mayoría de los casos de entre 6 y 12 semanas, lo que no permite realizar un seguimiento a largo plazo. Estas limitaciones hacen que, a pesar de que los resultados aportados por los distintos ensayos son significativos, no en todos los casos son representativos. En esta línea, se recomiendan nuevos estudios con un tamaño poblacional y una duración mayores, encaminados a confirmar la efectividad de las distintas terapias, conocer sus efectos a largo plazo y establecer protocolos de tratamiento que incluyan estos procedimientos en los programas de fisioterapia habituales.

8. CONCLUSIONES

Las diferentes terapias incluidas en la revisión, combinadas con otras técnicas fisioterápicas, han demostrado ser efectivas en el abordaje de la espasticidad de pacientes con PCI.

A pesar de que ninguna de las técnicas ha conseguido eliminar la espasticidad por completo, sí son capaces de disminuirla de modo inmediato y de mantener tales efectos a corto plazo, tanto a nivel local (ondas de choque para tratar la espasticidad de flexores plantares de tobillo, hipoterapia sobre aductores de cadera o manipulaciones espinales y electroestimulación a nivel de flexores de muñeca) como de forma generalizada (vibraciones, terapia acuática, masaje y método Bobath).

Los resultados obtenidos en los diferentes estudios muestran mejorías significativas sobre el grado de espasticidad, sin embargo, son necesarios nuevos estudios encaminados a confirmar la evidencia de tales resultados.

9. ANEXOS

9.1 Anexo I. Diagrama de flujo

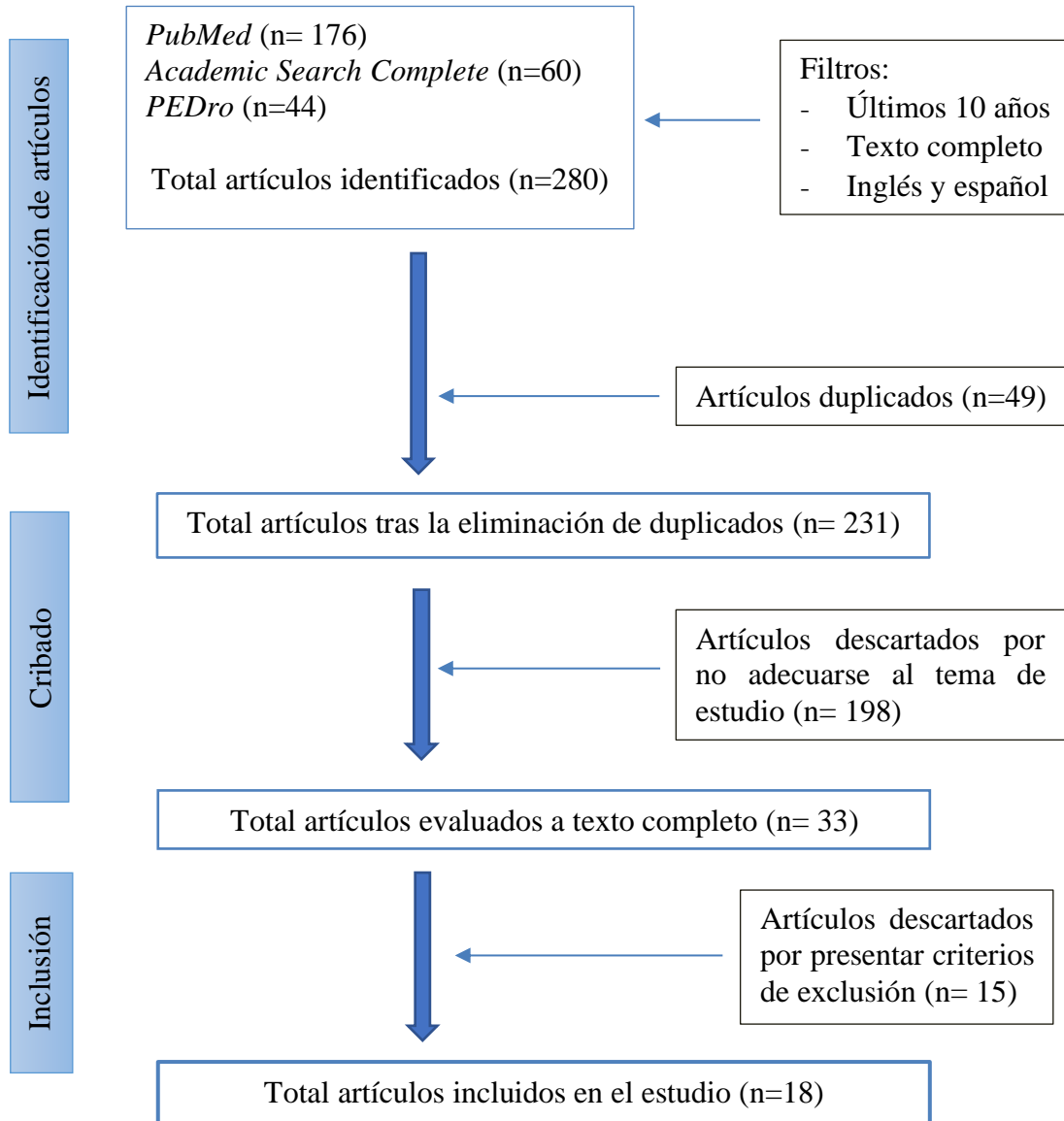


Figura 4. Diagrama de flujo

9.2 Anexo II. Análisis de estudios

REFERENCIA Y DISEÑO DE ESTUDIO		PROCEDIMIENTO			RESULTADOS	
Autores, revista y año	Tipo de estudio y duración	Muestra	Grupos	Desarrollo de intervención	Métodos de valoración	Resultados
Ibrahim MM, et al. ⁸ <i>The Egipcian Journal of Medical Human Genetics, 2014</i>	Ensayo clínico aleatorizado. Casos y controles 3 meses	N=30 Edad: 8-12 años	G.I. (n=15) G.C. (n=15)	- WBV en plataforma “Power Plate” - TF (3sesiones 1h/semana) - TF: estiramientos, control postural, equilibrio y marcha. (3sesiones 1h/semana)	Escala MAS (aductores cadera, flexores rodilla, flexores plantares) Inicio y final estudio.	Disminución significativa en extensores de rodilla miembro inferior débil G.I.
Katusic A, et al. ⁹ <i>Neurorehabilitation, 2013</i>	Ensayo clínico aleatorizado. Casos y controles 3 meses	N= 89 Edad: 4-6 años	G.I. (n=45) G.C. (n=44)	- WBV en colchón vibratorio ‘Bed Pad’ (2sesiones 20min/semana) - TF habitual (3sesiones 40min/semana) - TF habitual (3sesiones 40min/semana)	Escala MAS (flexores codo y muñeca; aductores cadera, extensores rodilla y flexores plantares) Inicio y final estudio	Disminución significativa y generalizada en ambos grupos, mayor en G.I.
Tupimai T, et al. ¹⁰ <i>The Journal of Physical Therapy Science, 2016</i>	Ensayo clínico aleatorizado. Casos cruzados 12 semanas	N= 12 Edad: 6-18 años	Condición G.I. Condición G.C.	- 3sesiones/semana: 1º Estiramientos pasivos en plano inclinado (30min) 2º WBV en plataforma “AIKO vibrator” (10min) - Estiramientos pasivos en plano inclinado (3sesiones/semana 40 min)	Escala MAS (aductores cadera, isquiotibiales, cuádriceps, sóleo). Inicio, después de una sesión y final estudio.	Disminución significativa en ambos grupos, mayor en G.I.

Park C, et al. ¹¹ <i>Annals of Rehabilitation Medicine, 2017</i>	Estudio de intervención prospectivo. 1 sesión	N= 17 Edad: 3-14 años	Grupo único (n=17)	- WBV en plataforma “Galileo Med S” (20min)	-Escala MAS -Escala MTS (flexores plantares) Inicio, a los 30min, 1h,2h,3h,4h.	Disminución significativa inmediata y que se mantiene durante 1h.
Abdel HA, et al. ¹² <i>The Egipcian Journal of Medical Human Genetics, 2015</i>	Ensayo clínico aleatorizado. Casos y controles 1 mes	N= 30 Edad: 5-7 años.	G.I. (n=15) G.C. (n=15)	- ESWT con dispositivo “Orthospec” en flexores plantares (3sesiones/semana) - TF - TF: estiramientos, tonificación, cambios posturales y marcha.	-Escala MAS -EMG (H/M ratio) (flexores plantares) Inicio y final estudio.	Disminución significativa en G.I. No cambios significativos en G.C.
El-Shamy SM, et al. ¹³ <i>American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation, 2014</i>	Ensayo clínico aleatorizado. Casos y controles 3 meses	N= 30 Edad=6-8 años	G.I. (n=15) G.C. (n=15)	- ESWT en flexores plantares (1sesión/semana) - TF (3sesiones/semana) - TF: ejercicios de fuerza y estiramientos, entrenamiento de equilibrio, propiocepción y marcha, técnicas de neurodesarrollo (3sesiones/semana)	Escala MAS (flexores plantares) Inicio y final estudio.	Disminución significativa en ambos grupos, mayor en G.I.
Elnaggar RK, et al. ¹⁴ <i>Physical & Occupational Therapy in Pediatrics, 2019</i>	Ensayo clínico aleatorizado. 3 meses	N= 53 Edad: 5-8 años	G.I. (n=18) G.II (n=16) G.III. (n=19)	- ESWT con “Zimmer enPuls” en flexores plantares (1sesión/semana) - Ortesis de bloqueo de flexión plantar - ESWT y ortesis G.I, G.II y G.III: TF (3sesiones 1h/semana)	EMG (H/M ratio) (flexores plantares) Inicio y final estudio.	Disminución significativa en G.I. y G.III. No cambios significativos en G.II.

Elnegamy TE, et al. ¹⁵ <i>International Journal of Therapies & Rehabilitation Research, 2017</i>	Ensayo clínico aleatorizado. 3 meses	N= 30 Edad: 5-8 años.	G.A. (n=15) G.B. (n=15)	- ESWT con dispositivo “ZWave” en flexores plantares - TF: técnicas de neurodesarrollo (3sesiones/semana) - Ortesis de bloqueo de flexión plantar - TF (3sesiones/semana)	Escala MAS EMG (H/M ratio) (flexores plantares Inicio y final estudio.	Disminución significativa en ambos grupos, mayor en G.A.
Lucena-Antón D, et al. ¹⁶ <i>Complementary Therapies in Clinical Practice, 2018</i>	Ensayo clínico aleatorizado. Casos y controles 3 meses	N=44 Edad: 3-14 años	G.I. (n=22) G.C. (n=22)	- Hipoterapia (1sesión 45min/semana) 1º Estiramiento aductores (5-10min) 2º A horcadas sobre el caballo (marcha a ritmo constante lento) - TF (2sesiones/semana) - TF (2sesiones/semana)	Escala MAS (aductores cadera) Inicio y final estudio.	Disminución significativa en G.I, especialmente en miembro inferior derecho. No cambios significativos en G.C.
Antunes FN, et al. ¹⁷ <i>Research in Developmental Disabilities, 2016</i>	Ensayo clínico aleatorizado. Casos cruzados 2 sesiones	N= 10 Edad: 5-15 años.	Condición G.1. Condición G.2.	1 sesión de cada protocolo: - Hipoterapia. Protocolo 1. “De paso” (30min) - Hipoterapia. Protocolo 2. “De paso-trote” (30min)	Escala MAS (aductores cadera) Inicio y final estudio.	Disminución significativa con ambos protocolos, mayor con el protocolo 2.

Hemachithra C, et al. ¹⁸ <i>Physicotherapy Research International, 2019</i>	Ensayo clínico aleatorizado. Casos y controles. 1 sesión	N= 24 Edad: 2-4 años	G.I. (n=12) G.C. (n=12)	- Hipoterapia simulada en dispositivo “U-Gallop”: a horcajadas (30min) - Sedestación en dispositivo “Corner seat”: sedestación con ligera abducción de caderas (30min)	Escala MAS (aductores cadera) Inicio y final sesión.	Disminución significativa en G.I. No cambios significativos en G.C.
Mahmood Q, et al. ¹⁹ <i>Pakistan Journal of Medical Science, 2019</i>	Ensayo clínico aleatorizado. Casos y controles 3 meses	N= 75 Edad: 2-10 años	G.I. (n=38) G.C. (n=37)	- 5 sesiones/semana: 1º Masaje tradicional extremidades y tronco (30 min) 2º TF - TF: estiramientos y control postural (5 sesiones/semana)	Escala MAS (extremidades) Inicio y final estudio.	Disminución significativa en ambos grupos, mayor en G.I.
Rasool F, et al. ²⁰ <i>Journal of the Pakistan Medical Association, 2017</i>	Ensayo clínico aleatorizado. Casos y controles 6 semanas	N= 60 Edad: 3-9 años	G.I. (n=30) G.C. (n=30)	- Masaje de Cyriax en sóleo, gemelos y tendón de Aquiles. - TF (5 sesiones 30min/semana) - TF: Calor superficial, método Bobath y estiramientos de tendón de Aquiles (5 sesiones 30min/semana)	Escala MAS (miembros inferiores) Inicio y final estudio.	Disminución significativa y similar de la espasticidad en ambos grupos
Elshafey MA, et al. ²¹ <i>Rehabilitation Research and Practice, 2014</i>	Ensayo clínico aleatorizado. Casos y controles 3 meses	N= 32 Edad: 5-8 años	G.I. (n=16) G.C. (n=16)	- Estiramientos funcionales de musculatura espástica de miembros inferiores (3 sesiones 2h/semana) - Estiramientos pasivos de musculatura espástica de miembros inferiores (3 sesiones 2h/semana)	EMG (H/M ratio) (miembros inferiores) Inicio y final estudio.	Disminución significativa de la espasticidad en ambos grupos, especialmente en G.I.

Kachmar O, et al. ²⁴ <i>Journal of Chiropractic Medicine</i>	Serie de casos 2 semanas	N=29 Edad: 7-18 años	Según grado espasticidad: -G.I. Mínima (n=10) -G.II. Leve (n=10) -G.III Moderada (n=9)	6 sesiones/semana: - SM de pequeña amplitud y alta velocidad. cervical, dorsal y lumbar. - TF, masaje, movilidad articular y videoconsolas.	-Escala MAS -Dispositivo “NeuroFlexor” (flexores de muñeca) Inicio, tras la 1ª SM y final estudio.	-G.I.: disminución inmediata seguida de “efecto rebote”. -G.II.: disminución inmediata que se mantiene. -G.III.: aparición de mejorías a lo largo de las 2 semanas.
Yidilzgören MT, et al. ²⁵ <i>Pediatric Neurology, 2014</i>	Ensayo clínico aleatorizado. Casos y controles 6 semanas	N=24 Edad: 5-14 años	G.I. (n=12) G.C. (n=1)	- NMES en muñeca (30min) - TF y Terapia Ocupacional (5 sesiones 20-30min/semana) - Ortesis Palmar (5 días/semana) - TF y Terapia Ocupacional: estiramientos, movilidad articular, Bobath (5 sesiones 20-30min/semana) - Ortesis Palmar (5 días/semana)	-Escala MAS -Clasificación de Zancolli (flexores muñeca y dedos) Inicio y 3ª, 4ª y 6ª semanas.	-G.I.: disminución significativa en 4ª y 6ª semanas. -G.C.: disminución significativa solo en 6ª semana.

Tabla 5. Análisis de estudios

Índice de abreviaturas:

- N (número de sujetos), G (grupo), G.I (grupo intervención), G.C (grupo control).
- TF (Terapia Física), WBV (Whole Body Vibration), ESWT (Extracorporeal Shock Wave Therapy), SM (Spinal Manipulation), NMES (Neuromuscular Electrical Stimulation).
- Escala MAS (Modified Asworth Scale), Escala MTS (Modified Tardieu Scale), EMG (Electromiografía).

10. BIBLIOGRAFIA

1. Calzada Vázquez Vela C, Vidal Ruiz CA. Parálisis cerebral infantil: definición y clasificación a través de la historia. *Rev Mex Ortop Pediátrica*. 2014; 16(1): 6-10.
2. Shamsoddini A, Amirsalari S, Hollisaz MT, Rahimniya A, Khatibi-Aghda A. Management of Spasticity in Children with Cerebral Palsy. *Iran J Pediatr*. 2014; 24(4): 345-51.
3. Lazić L, Čolović H, Marinković O, Spalević M, Stanković A, Zlatanović D. Use of Botulinum Toxin Type a in the Treatment of Spasticity in Children With Cerebral Palsy. *Acta medica Medianae*. 2011; 50(2): 63-7.
4. Fairhurst C. Cerebral palsy: The whys and hows. *Arch Dis Child Educ Pract*. 2012; 97(4): 122-31.
5. Dimitrijević L, Čolović H, Spalević M, Stanković A, Zlatanović D, Cvetković B. Assessment and Treatment of Spasticity in Children with Cerebral Palsy. *Acta Fac Medicae Naissensis*. 2014; 31(3): 163-9.
6. Macias L, Morales E. Parálisis cerebral y patologías similares. En: Macias L, Fagoaga J, coordinadores. *Fisioterapia en Pediatría*. Ed 2. SEFIP: Editorial Médica Panamericana; 2018. p. 313-29.
7. Martín J, Arroyo MO. La toxina botulínica en la parálisis cerebral infantil. En: Espinosa J, Arroyo MO, et al, coordinadores. *Guía Esencial de Rehabilitación infantil*. Ed 1. SERMEF: Editorial Médica Panamericana; 2015. p. 225-34.
8. Ibrahim MM, Eid MA, Moawd SA. Effect of whole-body vibration on muscle strength, spasticity, and motor performance in spastic diplegic cerebral palsy children. *Egypt J Med Hum Genet*. 2014; 15(2): 173-9.
9. Katusic A, Alimovic S, Mejaski-Bosnjak V. The effect of vibration therapy on spasticity and motor function in children with cerebral palsy: A randomized controlled trial. *NeuroRehabilitation*. 2013; 32(1): 1-8.

10. Tupimai T, Peungsuwan P, Prasertnoo J, Yamauchi J. Effect of combining passive muscle stretching and whole body vibration on spasticity and physical performance of children and adolescents with cerebral palsy. *J Phys Ther Sci*. 2016; 28(1): 7-13.
11. Park C, Park ES, Choi JY, Cho Y, Rha DW. Immediate effect of a single session of whole body vibration on spasticity in children with cerebral palsy. *Ann Rehabil Med*. 2017; 41(2): 273-8.
12. Abdel Gawad HA, Abdel Karim AE, Mohammed AH. Shock wave therapy for spastic plantar flexor muscles in hemiplegic cerebral palsy children. *Egypt J Med Hum Genet*. 2015; 16(3): 269-75.
13. El-Shamy SM, Eid MA, El-Banna MF. Effect of extracorporeal shock wave therapy on gait pattern in hemiplegic cerebral palsy: A randomized controlled trial. *Am J Phys Med Rehabil*. 2014; 93(12): 1065-72.
14. Elnaggar RK, Abd-Elmonem AM. Effects of Radial Shockwave Therapy and Orthotics Applied with Physical Training on Motor Function of Children with Spastic Diplegia: A Randomized Trial. *Phys Occup Ther Pediatr*. 2019; 39(6): 692-707.
15. Elnegamy TE. Impacts of shock wave versus ankle orthosis on spastic calf muscles in hemiparetic children. *Int J Ther Rehabil Res*. 2017; 6(3): 27-32.
16. Lucena-Antón D, Rosety-Rodríguez I, Moral-Munoz JA. Effects of a hippotherapy intervention on muscle spasticity in children with cerebral palsy: A randomized controlled trial. *Complement Ther Clin Pract*. 2018; 31: 188-92.
17. Antunes FN, Pinho AS do, Kleiner AFR, Salazar AP, Eltz GD, de Oliveira Junior AA, et al. Different horse's paces during hippotherapy on spatio-temporal parameters of gait in children with bilateral spastic cerebral palsy: A feasibility study. *Res Dev Disabil*. 2016; 59: 65-72.
18. Hemachithra C, Meena N, Ramanathan R, Felix AJW. Immediate effect of horse riding simulator on adductor spasticity in children with cerebral palsy: A randomized controlled trial. *Physiother Res Int*. 2019; 25(1): 1-6.

19. Mahmood Q, Habibullah S, Babur MN. Potential effects of traditional massage on spasticity and gross motor function in children with spastic cerebral palsy: A randomized controlled trial. *Pak J Med Sci.* 2019; 35(5): 1210-5.
20. Rasool F, Memon AR, Kiyani MM, Sajjad AG. The effect of deep cross friction massage on spasticity of children with cerebral palsy: A double-blind randomised controlled trial. *J Pak Med Assoc.* 2017; 67(1): 87-91.
21. Elshafey MA, Abd-Elaziem A, Gouda RE. Functional Stretching Exercise Submitted for Spastic Diplegic Children: A Randomized Control Study. *Rehabil Res Pract.* 2014; 2014: 1-7.
22. Adar S, DüNDAR Ü, Demirda ÜS, Ulaşlı AM, Toktaş H, Solak Ö. The effect of aquatic exercise on spasticity, quality of life, and motor function in cerebral palsy. *Turk J Phys Med Rehab.* 2017; 63(3): 239-48.
23. Arshad N, Imran M, Munir Z, Akram S, Hameed AA. Spastic Cerebral Palsy; Effects of Bobath Motor Developmental Techniques in Spastic Cerebral Palsy; A case series. *Prof Med J.* 2018; 25(10): 1546-51.
24. Kachmar O, Voloshyn T, Hordiyevych M. Changes in Muscle Spasticity in Patients With Cerebral Palsy After Spinal Manipulation: Case Series. *J Chiropr Med.* 2016; 15(4): 299-304.
25. Yildizgören MT, Nakipoğlu Yüzer GF, Ekiz T, Özgirgin N. Effects of Neuromuscular Electrical Stimulation on the Wrist and Finger Flexor Spasticity and Hand Functions in Cerebral Palsy. *Pediatr Neurol.* 2014; 51(3): 360-4.